

## **Une méthode pour déterminer les distances des nébuleuses planétaires.**

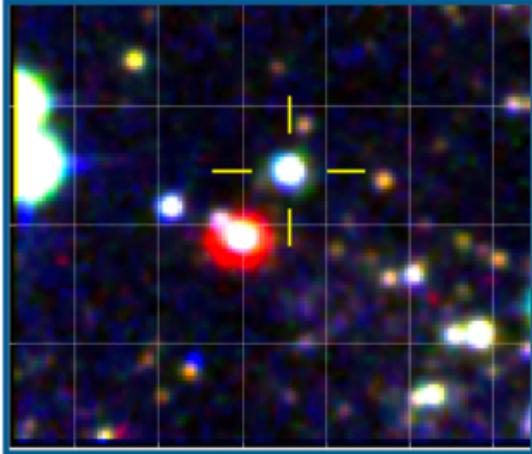
Les nébuleuses planétaires, ces enveloppes éjectées par des étoiles en fin de vie, et représentant une phase complexe et courte de leur vie (environ 25000 ans), ne sont pas seulement des objets aux couleurs et aux formes, elles apportent également des informations cruciales sur les processus nucléaires dans les étoiles de moyenne ou petite masse, qui représentent plus de 90% de toutes les étoiles de plus d'une masse solaire. Elles permettent d'évaluer la masse perdue par ces étoiles au cours de leur évolution, et elles sont des traceurs de la formation d'étoiles dans la Galaxie ainsi que de sa cinématique. Pour ces raisons, il est indispensable de posséder des ensembles fiables de nébuleuses planétaires.

Trois chercheurs du département de physique de l'Université de Hong Kong, Quentin Parker, Ivan Bojicic et David Frew (admirons au passage l'internationalisme de cet institut !) ont publié récemment le résultat de plus de dix ans de travail concernant les nébuleuses planétaires (Parker et al., arXiv:1603.07042v2). Ils ont constitué ce qu'ils appellent la base de données HASH (the Hong Kong/AAO/Strasbourg H $\alpha$ ). Elle contenait au départ plus de 6000 objets, aussi bien véritables que « fausses » nébuleuses, rassemblés à partir des catalogues de Strasbourg-ESO, Galactic PNe, de la version 2000 du catalogue de nébuleuses planétaires galactiques, des catalogues Macquarie/AAO/ Strasbourg H $\alpha$  (MASH), et encore d'autres catalogues ainsi que des articles récents. Ils ont ensuite effectué un tri réduisant ce nombre à 3500 véritables nébuleuses, et fourni un lien avec le centre de données de Strasbourg, permettant ainsi à tout utilisateur de passer au crible et de visualiser l'ensemble des nébuleuses planétaires de leur catalogue.

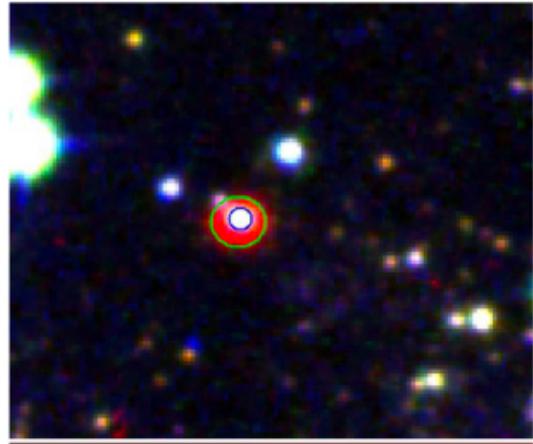
L'un des paramètres importants pour l'utilisation des nébuleuses planétaires est leur distance. Jusqu'à maintenant elle était connue pour de nombreuses d'entre elles à un facteur deux près au moins. Les auteurs de ce travail ont proposé une méthode permettant de ramener l'incertitude à 20%. Ils ont mesuré avec précision leur surface sur le ciel, leur brillance en H $\alpha$  en tenant compte du rougissement interstellaire, et ils en ont déduit une relation entre la brillance de surface et le rayon. Elle a été calibrée sur environ 300 nébuleuses dont la distance est bien connue, par exemple par des mesures de parallaxe. Les chercheurs continuent cette étude et espèrent pouvoir y ajouter d'autres paramètres, comme les vitesses radiales et les intensités des raies d'émission, qui permettront d'établir de nouveaux diagnostics concernant la physique des nébuleuses planétaires.

**Un exemple de fausse identification d'une nébuleuse planétaire. A gauche, on voit la nébuleuse PN PBOZ 29 avec sa position donnée dans le catalogue Simbad de Strasbourg, et à droite la nouvelle position donnée par le catalogue HASH. Elle est tirée des images en H $\alpha$  et en bande R et B. Le décalage entre la nébuleuse et l'objet avec lequel elle a été confondue est de 14.3 secondes d'arc. Crédit Parker et al., arXiv:1603.07042v2.**

Reported PN position before correction



After correction



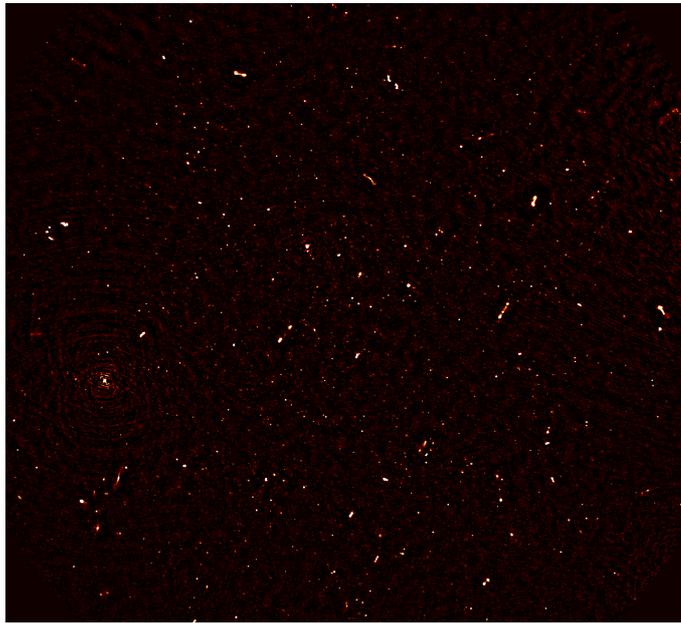
## **Un alignement à grande échelle des jets de radiogalaxies découvert pour la première fois**

**Une équipe de chercheurs de l'Université de Cape Town en Afrique du Sud vient d'annoncer avoir découvert l'alignement des axes des trous noirs supermassifs dans une région de l'Univers lointain (A. R. Taylor, P. Jagannathan, arXiv:1603.02418v1). Cette découverte ouvre la voie à une étude concernant la formation des trous noirs supermassifs dans l'univers jeune.**

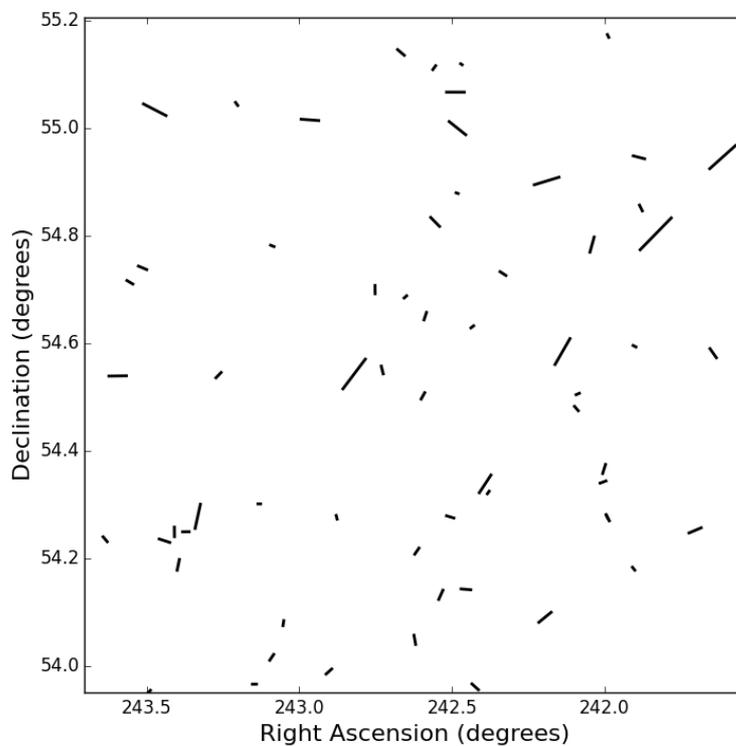
Nous avons plusieurs fois expliqué dans ces actualités que les trous noirs supermassifs sont à l'origine des jets cosmiques observés dans certaines galaxies, que l'on nomme « radiogalaxies » parce que leur rayonnement est dominé par le domaine radio. Ils sont émis suivant l'axe de rotation du trou noir supermassif de la galaxie (ou plus précisément celui du disque d'accrétion qui le nourrit). Sur un échantillon de radiogalaxies isolées dans l'espace, il ne devrait exister aucune corrélation entre les directions des jets, car leurs trous noirs n'ont en principe eu aucun moyen d'échanger des informations avec les autres, étant données leurs distances respectives.

En utilisant le radio-télescope GMRT en Inde (« Giant Metrewave Radio Telescope »), les auteurs de l'étude ont effectué des observations profondes de radiogalaxies faisant partie du relevé infrarouge ELAIS (European Large Area ISO Survey) sur une surface de 1 degré carré. L'image contient 65 jets de radiogalaxies, et leur distribution spatiale se révèle alignée le long d'un « filament » d'environ 1 degré de longueur. L'alignement correspond à une longueur de plus de 60 millions d'années-lumière, et la probabilité pour qu'il soit dû au hasard est inférieure à 0,1%. De telles déviations à une distribution uniforme avaient été déjà détectées, en particulier par des études de polarimétrie, mais jamais sur une aussi grande échelle. Elles suggèrent une cohérence dans la structure du moment angulaire de l'Univers à grande échelle, qui pourrait provenir de l'influence du champ magnétique ou d'autres champs existant dans les premiers instants après le Big Bang. Il faudra évidemment comparer ces résultats avec des simulations numériques de l'évolution de l'Univers en commençant juste après le Big-Bang et en y introduisant ces nouveaux facteurs, puis étudier leurs conséquences sur la formation des galaxies, car les simulations n'avaient jusqu'à maintenant pas prédit une telle distribution des directions des jets.

**L'image obtenue par le GMRT à 612 MHz, couvrant 1,2 x 1,2 degrés. Plusieurs dizaines de radio galaxies à jets dominant les sources, les plus faibles ne sont pas résolues et sont principalement des galaxies à formation d'étoiles.**



**Ce diagramme montre les directions et les longueurs des jets. Celles-ci ont été multipliées par un facteur deux pour augmenter la visibilité.**



## **Influence des trous noirs supermassifs sur les galaxies : probablement une preuve supplémentaire**

Nous répétons souvent dans ces colonnes que le cœur des galaxies (à l'exception des naines et des irrégulières) contient un trou noir supermassif, dont la masse est comprise entre un million et quelques milliards de masses solaires. Ceux qui ont de la matière à leur portée deviennent de lumineux « Noyaux Actifs de galaxies », quasars ou galaxies actives. On a découvert il y a une quinzaine d'années qu'il existe une relation forte entre la masse du trou noir central et celle du bulbe de la galaxie-hôte : celle du trou noir est voisine de 0,5% de celle du bulbe. Par ailleurs, l'activité des trous noirs, mesurée par leur nombre et leur luminosité, et la formation des étoiles, sont maximum au même moment, il y a environ dix milliards d'années. Est-ce le trou noir qui impose son influence, ou est-ce l'inverse ? Très curieusement il semble que ce soit le trou noir qui joue le rôle fondamental, alors que sa dimension est un milliard de fois plus petite que celle de la galaxie ! Il est vrai que l'énergie dont il dispose est largement supérieure à celle qui serait nécessaire pour détruire la galaxie, mais encore faut-il qu'elle soit disponible d'une façon efficace. D'une part, il arrêterait la formation d'étoiles, ce qui permettrait de rendre compte de la chute rapide du nombre de galaxies aux grandes luminosités. D'autre part il réchaufferait le milieu intergalactique dans les amas de galaxies, stoppant sa chute sur les galaxies.

On a quelques exemples de jets produits au plus près des trous noirs supermassifs, dans des galaxies massives elliptiques et les galaxies les plus brillantes des amas, et déposant leur énergie dans le gaz intergalactique en le réchauffant (comme la galaxie NGC 1275 au centre de l'amas de Persée dont je jet envoie des ondes acoustiques qui se dissipent dans le gaz intergalactique). De même, on sait (par leurs larges raies en absorption) qu'environ 10% des quasars éjectent grâce à la pression de leur rayonnement des vents puissants qui doivent produire le même effet sur le milieu qui les entoure. Cependant, à part les quelques exemples mentionnés plus haut, on ignorait encore l'impact réel de l'ensemble des quasars et des galaxies actives.

Une étude conduite par des chercheurs de l'Université John Hopkins aux Etats Unis (Devin Crichton et al., arXiv:1510.05656v3) pourrait apporter pour la première fois une réponse à cette question récurrente. Ils ont analysé la distribution d'énergie dans le domaine millimétrique d'un échantillon de 17468 galaxies du catalogue SDSS (Sloan Digital Sky Survey) s'étendant du redshift 0,5 au redshift 3,5 (c'est-à-dire que leur lumière a mis respectivement 5 milliards et 11,7 milliards d'années à nous parvenir). Ils ont pour cela « empilé » (« stacking analysis ») les données du télescope ACT (Atacama Cosmology Telescope) et du télescope spatial Herschel SPIRE (Spectral and Photometric Imaging REceiver). Ils ont ainsi obtenu un bon spectre moyen de ces objets dans le domaine millimétrique.

Le spectre dans le domaine millimétrique fournit des informations sur la température du gaz chaud entourant les galaxies, par un effet appelé Sunayev-Zeldovich dont il a été question plusieurs fois. Le spectre du fond diffus cosmologique est en effet repoussé vers des fréquences plus élevées par le gaz chaud qu'il traverse et qui lui cède une partie de son énergie thermique. La déformation du spectre permet alors de déterminer la

température du gaz. Or, ce que les chercheurs ont trouvé, c'est que cette température est supérieure à ce qu'on attendrait si le gaz était simplement en équilibre avec le champ gravitationnel des galaxies et des halos de matière noire. Donc, ou bien les quasars sont plus massifs qu'on ne le pense, ou bien ils fournissent un mécanisme de chauffage supplémentaire autour d'eux. Quoi qu'il en soit, c'est une voie importante à explorer !

**Image d'artiste montrant un vent galactique composé de gaz et de poussières produit par un quasar. Ce gaz et cette poussière devraient normalement former des étoiles, mais ils en sont empêchés par leur température trop élevée. Crédit: Johns Hopkins University**

